

⑤

Int. Cl. 2:

F 02 B 75/36

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 27 34 447 A 1

⑪

Offenlegungsschrift 27 34 447

⑫

Aktenzeichen:

P 27 34 447.4

⑬

Anmeldetag:

30. 7. 77

⑭

Offenlegungstag:

8. 2. 79

⑮

Unionspriorität:

⑲ ⑳ ㉑ —

⑥

Bezeichnung:

Explosionshubkolbenmotor

⑦

Anmelder:

Sommer, Bruno, Ing.(grad.), 6200 Wiesbaden

⑧

Erfinder:

gleich Anmelder

DE 27 34 447 A 1

Dr. Hans-Heinrich Willrath †
 Dr. Dieter Weber
 Dipl.-Phys. Klaus Seiffert
 PATENTANWÄLTE

D - 62 WIESBADEN 1 28. Juli 1977
 S/B Postfach 6145
 Gustav-Freytag-Straße 25
 D 61120 W 27 20
 Telegrammadresse: WILLPATENT
 Telex: 4 - 186 247

2734447

Herr Ing. grad. Bruno Sommer
 6200 Wiesbaden, Gustav-Freytag-Str. 3

 Explosionshubkolbenmotor

P a t e n t a n s p r ü c h e
 =====

1. Explosionshubkolbenmotor, insbesondere Otto- oder Dieselmotor, bei welchem ein in einem Zylinder mit Kopf für eine oszillierende Bewegung gelagerter Kolben über eine Pleulstange und ein Pleullager mit einer Kurbel verbunden ist, die eine Kurbelwelle antreibt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine ein kompressibles Medium (4) aufweisende Einrichtung (1, 2, 8, 9; 32; 35-38) zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes (30) im Bereich der oberen Totpunktlage des Kolbens ^{und/oder} (1) am Zylinderkopf (20) und/oder an der Pleulstange (24) beweglich angebracht ist.
2. Motor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das kompressible Medium mindestens eine Feder (4, 4') oder

809886/0406

- 2 -

2734447

mindestens eine pneumatische Vorrichtung ist.

3. Motor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Einrichtung (1, 2, 8, 9; 32; 35-38) zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes (30) eine insbesondere hydraulische Dämpfungsvorrichtung (8', 9') angebracht ist.
4. Motor nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (1, 2, 8, 9; 32; 35-38) zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes (30) eine den Kolben (1) umschließende und gegenüber letzterem hin- und herbewegliche sowie gegen Verdrehung gesicherte Kappe (2) aufweist, die an der dem Explosionsraum (30) zugewandten Seite gegen den Kolben (1) abgefedert ist, daß die Dämpfungsvorrichtung (8', 9') an der Kappe (2) befestigte Dämpfungskolben (8, 9) aufweist, daß der Raum zwischen Kappe (2) und Arbeitskolben (1) an dem kühlenden Ölkreislauf (39) angeschlossen ist und daß das Maß von Kolbenboden zur Achse (28) der Kurbelwelle (27) im Bereich der oberen Totpunktlage des Arbeitskolbens (1) veränderlich ist.
5. Motor nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (1, 2, 8, 9; 32; 35-38) zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes (30) ein an der Pleulstange (24) angebrachter, teleskopartig arbeitender

809886/0406

- 3 -

2734447

Federungskörper (32) ist und daß das Maß von Kolbenboden zur Achse (28) der Kurbelwelle (27) im Bereich der oberen Totpunktlage des Arbeitskolbens (1) veränderlich ist.

6. Motor nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (1, 2, 8, 9; 32; 35-38) zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes (30) einen am Zylinderkopf (20) angebrachten Hilfszylinder (35) mit darin hin- und hergehend beweglichem und gegen letzteren durch eine Feder (4) abgestütztem Expansionskolben (36) aufweist.

809886/0406

- 4 -

2734447

Explosionshubkolbenmotor

Die Erfindung betrifft einen Explosionshubkolbenmotor, insbesondere Otto- oder Dieselmotor, bei welchem ein in einem Zylinder mit Kopf für eine oszillierende Bewegung gelagerter Kolben über eine Pleulstange und ein Pleulla-ger mit einer Kurbel verbunden ist, die eine Kurbelwelle antreibt.

Derartige Motoren sind hinlänglich bekannt. In nachteiliger Weise wird in der oberen Totpunktlage des bekannten Kolbens kein Drehmoment erzeugt, weil der dazu erforderliche Dreharm fehlt, obwohl in diesem Augenblick, d. h. der oberen Totpunktlage des Kolbens, der höchste Explosionsdruck im Brenngas herrscht. Der Grund für das Fehlen des Dreharmes liegt darin, daß die Pleulstange und die Kurbel in einer Geraden liegen und daher kein Drehmoment erzeugt werden kann, weil der Dreharm nicht vorhanden ist.

In nachteiliger Weise wird also in der oberen Totpunktlage des Kolbens bei den bekannten Explosionsmotoren nach dem Verfahren von Otto oder Diesel ein schädlicher und nutzloser Druck- und Wärmestau über dem Kolbenboden erzeugt. Erst bei der abwärtsgehenden Bewegung des Kolbens und der gleichzeitigen Drehung der Kurbel bis zu einem Winkel von 30 bis 40 ° aus der

809886/0406

- 5 -

2734447

oben erwähnten geraden Linie wird der wirksame Dreharm so groß, daß ein größeres Drehmoment entstehen kann. In diesem Drehbereich, der sich etwa über einen Winkelbereich von 100° erstreckt, also z. B. zwischen 30° und 130° oder 40° bis 140° erstreckt, hat aber in nachteiliger Weise der Druck des Brenngases bereits erheblich nachgelassen, weil sich das Gasvolumen allmählich vergrößert hat. Das an der Kurbelwelle abgenommene, in dem genannten Winkelbereich ansteigende und gegen Ende desselben sich allmählich wieder verringern-
de Drehmoment verändert sich nur durch die Veränderung des Dreharmes, der sich bis zum Winkel von 90° vergrößert und dann allmählich wieder verkleinert.

In dem oben erläuterten Winkelbereich von etwa 100° entsteht also das bei den bekannten Explosionshubkolbenmotoren größte und wirksamste Drehmoment; allerdings lediglich bedingt durch die sich, in der Projektion gesehen, verändernde Länge des Dreharmes. Das größte und wirksamste Drehmoment hat man in diesem 100° Winkelbereich, obwohl der Druck im Brenngas im Zylinder über die Kolbenboden sich bereits stark verringert hat. Der Gasdruck nimmt fortschreitend ständig ab, bis in der Projektion vom Kolben her gesehen der Dreharm wieder Null ist.

Zwar kann man das schlechte Drehmoment durch verschiedene Maßnahmen mehr oder weniger auszugleichen versuchen. Z. B. ist es bekannt, den Kompressionsdruck durch Turbogebläse zu erhöhen oder die Motordrehzahl erheblich zu steigern.

809886/0406

- 6 -

2734447

Dabei wird jedoch nur der Gas-Explosionsdruck zum Ausgleich des mangelhaften Drehmomentes erhöht; bzw. bei der erhöhten Motordrehzahl wird lediglich die Zeitdauer der oberen Totpunktlage des Kolbens verkürzt, um hierdurch die Motorleistung zu verbessern. Eine Verbesserung und Erhöhung des Drehmomentes hingegen kann hierdurch nicht vorgesehen werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Explosionshubkolbenmotor zu schaffen, der ein verbessertes Drehmoment hat, d. h. bei welchem die bei den bekannten Motoren schädliche und nutzlose Energie durch den Druck- und Wärmestau in der oberen Totpunktlage des Kolbens zur Erhöhung der vom Motor abgegebenen Arbeit ausgenutzt wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß eine ein kompressibles Medium aufweisende Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes im Bereich der oberen Totpunktlage des Kolbens am Zylinderkopf und/oder am Kolben und/oder an der Pleulstange beweglich angebracht ist. In überraschender Weise verändert man also den Explosionsraum derart, daß der im Bereich der oberen Totpunktlage des Kolbens durch die Explosion erzeugte Druck im Explosionsraum nicht nur in Wärme umgewandelt wird sondern in potentielle Energie, die voll im optimalen 100 °-Wirkungsbereich wieder frei wird und sich zu der abgegebenen Arbeit addiert. Betrachtet man als bevorzugte Ausführungsform den 4-Takt-Motor, so soll sich an der Größe des Explosionsraumes bei dem erfindungsgemäßen Motor im Vergleich zu dem des bekannten Motors

809826/0406

- 7 -

2734447

während des Ansaugtaktes, des Kompressionstaktes und des Auspufftaktes nichts ändern. Dies liegt daran, weil der während dieser Taktzeiten über dem Kolbenboden herrschende Gasdruck nicht ausreicht, um die Kraft des kompressiblen Mediums zu überwinden, z. B. die Kraft einer vorgespannten Feder oder eines pneumatischen und/oder Federbalges zu überwinden.

Erst bei der Gasexplosion in der oberen Totpunktlage des Kolbens wird die Widerstandskraft des kompressiblen Mediums überwunden, so daß die erwähnte Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes in Tätigkeit tritt. Sie bewegt sich nämlich relativ zum Kolben derart, daß im Bereich der oberen Totpunktlage des Kolbens der Explosionsraum vergrößert wird, so daß sich der Gasdruck verringert. Die potentielle Energie ist jetzt in dem kompressiblen Medium bzw. in der Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes gespeichert. Diese potentielle Energie wird in Abhängigkeit von dem über dem Kolbenboden herrschenden Druck wieder abgegeben. Ist dieser Druck beim Herunterfahren des Arbeitskolbens nämlich so weit abgesunken, daß das kompressible Medium expandieren oder die Feder der genannten Einrichtung sich wieder ausdehnen kann, so verkleinert sich der Explosionsraum unter Erhöhung des darin bzw. im Raum über dem Kolbenboden herrschenden Druckes. Der Motor gemäß der Erfindung ist nun gerade so ausgelegt, daß diese Entlastung des kompressiblen Mediums und die Verkleinerung des Explosionsraumes in dem erwähnten 100 ° Winkel-

809886/0406

- 8 -

2734447

bereich erfolgt. In diesem Bereich wird aber gerade das optimale Drehmoment von dem Motor abgegeben, weil ein maximal zur Verfügung stehender Dreharm gegeben ist. Man erkennt auf diese Weise, daß die potentielle, in dem kompressiblen Medium gespeicherte Energie in sehr vorteilhafter Weise nun ausgenutzt werden kann, um die von dem Motor geleistete Arbeit zu vergrößern. Man erkennt die günstige Möglichkeit, den Wirkungsgrad der bekannten Explosionshubkolbenmotoren zu verbessern.

Bei vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist das kompressible Medium mindestens eine Feder oder mindestens eine pneumatische Vorrichtung. Die pneumatische Vorrichtung kann z. B. ein Federbalg oder ein reiner pneumatischer Balg sein, der mit einer Feder in ansich bekannter Weise so kombiniert werden kann, daß ohne lästige Schwingungserscheinungen oder unerwünschtes Flattern auch bei hohen Drehzahlen gute Laufeigenschaften erreicht werden. Als Feder gilt auch ein aus mehreren einzelnen Federn zusammengesetztes Federsystem, wobei Spiralfedern, Tellerfedern oder dergleichen verwendet werden können.

Zweckmäßig ist es gemäß der Erfindung, wenn in der Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes eine insbesondere hydraulische Dämpfungsvorrichtung angebracht ist. Diese Maßnahme ist besonders dann zweckmäßig, wenn eine Verminderung der Laufruhe des Motors zu erwarten ist. Erfindungsgemäß kann

809886/0406

- 9 -

2734447

man durch diese Maßnahme verhindern, daß Metallflächen aufeinanderschlagen, wenn die Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes z. B. ein zusätzlich vorgesehener Kolben ist, der gegen Metallflächen anlaufen und hart gegen diese aufprallen könnte. Durch die Dämpfungsvorrichtung werden solche Geräusche bzw. Schläge vorteilhaft verhindert. Vorzugsweise verwendet man dazu eine Hydraulik, in dem man wie bei den Fahrzeugstoßdämpfern eine hydraulische Flüssigkeit in den Bewegungsweg herausdrückbar einführt.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes eine den Kolben umschließende und gegenüber letzterem hin- und herbewegliche sowie gegen Verdrehung gesicherte Kappe aufweist, die an der dem Explosionsraum zugewandten Seite gegen den Kolben abgefedert ist, daß die Dämpfungsvorrichtung an der Kappe befestigte Dämpfungskolben aufweist, daß der Raum zwischen Kappe und Arbeitskolben an dem kühlenden Ölkreislauf angeschlossen ist und daß das Maß vom Kolbenboden zur Achse der Kurbelwelle im Bereich der oberen Totpunktlage des Arbeitskolbens veränderlich ist. Es ist technisch nicht schwierig, den Arbeitskolben mit der erwähnten Kappe so zu versehen, daß auf der Seite, gegen welche der Gasdruck wirkt, die Kappe über eine kompressible Einrichtung, z. B. mehrere Federn längs verschieblich gelagert ist. Zur Führung und Dämpfung sind ferner die Dämpfungskolben vorgesehen, deren Hubraum vorzugsweise ebenso wie der

809886/0406

- 10 -

2734447

Raum zwischen der Kappe und dem Arbeitskolben an dem kühlenden Ölkreislauf angeschlossen sein kann. Der ohnehin vorhandene Ölkreislauf sorgt für eine ausreichende Kühlung und vermeidet jegliche Überhitzung.

Vernachlässigt man im Bereich der oberen Totpunktlage die Auslenkung der Pleulstange aus der eingangs erwähnten geraden Linie, so gilt für den bekannten Hubkolbenmotor, daß der Abstand vom Kolbenboden zur Achse der Kurbelwelle konstant ist. Gemäß der Erfindung hingegen ist der Kolbenboden sozusagen beweglich angeordnet, so daß sich dieser Abstand verändert. Die Veränderung erfolgt in der oben beschriebenen Weise unter Vergrößerung des Explosionsraumes im Bereich der oberen Totpunktlage des Arbeitskolbens und verkleinert sich unter Abgabe der gespeicherten potentiellen Energie in dem genannten 100° Winkelbereich, wenn der Motor in der Lage ist, die maximale Arbeit zu leisten, weil dann das größte Drehmoment gegeben ist.

Eine andere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes ein an der Pleulstange angebrachter, teleskopartig arbeitender Federungskörper ist und daß das Maß der Kurbelwelle im Bereich der oberen Totpunktlage des Arbeitskolbens veränderlich ist. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform ist sozusagen die Energiespeichereinrichtung in die teleskopartig ausgebildete Pleulstange

809886/0406

- 11 -

2734447

eingebaut. Z. B. ist es hierdurch möglich, am Zylinder und Kolben alle Konstruktionen zu belassen wie bei den bekannten Motoren, wobei nur die Pleulstange die genannte zusätzliche Einrichtung bekommt, die den für ihre Bewegung vorgesehenen Raum gut ausnutzen läßt.

Je nach den konstruktiven Gegebenheiten und insbesondere dem Raumangebot wird man die erste oder die zweite bevorzugte Ausführungsform wählen.

Hat man z. B. hinreichend Platz über dem Zylinderkopf und befürchtet man etwa Schwingungs- oder Festigkeitsprobleme bei der letztgenannten Lösung mit der Teleskoppleulstange, so verwendet man eine dritte Lösung, die gemäß der Erfindung dadurch gekennzeichnet ist, daß die Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes einen am Zylinderkopf angebrachten Hilfszylinder mit darin hin- und hergehend beweglichem und gegen letzteren durch eine Feder abgestütztem Expansionskolben aufweist. Auch hier sind vorzugsweise hydraulische Dämpfungsmittel, wie z. B. ein Ölkolben und Ölzylinder vorgesehen, bei hinreichendem Platzangebot ist diese Lösung sehr robust.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Zylinder mit Kolben,

809886/0406

- 12 -

2734447

Pleulstange, Kurbel und Kurbelwelle, wobei die erste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung eingebaut ist,

Fig. 2-5 die gleiche Ausführungsform wie bei Figur 1, wobei jedoch unterschiedliche Bewegungszustände dargestellt sind,

Fig. 6 eine ähnliche Darstellung wie Figur 1, wobei jedoch eine zweite Ausführungsform der Erfindung gezeigt ist,

Fig. 7 eine Darstellung wie bei den Figuren 1 und 6, jedoch bei einer dritten bevorzugten Ausführungsform und

Fig. 8 die dritte Ausführungsform wie gemäß Figur 7, wobei jedoch ein anderer Bewegungszustand gezeigt ist.

Der Explosionshubkolbenmotor gemäß der Erfindung weist viele ansich bekannte Teile auf, die für seine Gesamtfunktion nötig sind, hier für die Erläuterung der Erfindung aber nicht wesentlich sind, weshalb in den Zeichnungsfiguren lediglich die wesentlichsten Teile schematisch herausgezeichnet sind.

Die erste Ausführungsform der Erfindung nach Figur 1 weist einen Zylinder 3 mit Kopf 20, in welchem die Ventile 21 und die Zündkerze 22 angebracht sind, ferner den für eine oszillierende Bewegung gelagerten Kolben 1 und die zwischen dem Kolben und dem Zylinder 3 angeordneten Kolbenringe 23 auf.

809886/0406

- 13 -

2734447

Der Kolben bzw. Arbeitskolben 1 ist über eine Pleulstange 24 und ein Pleullager 25 mit der Kurbel 26 verbunden, welche die Kurbelwelle 27 antreibt, deren Achse 28 durch die sich kreuzenden strichpunktlierten Linien veranschaulicht ist.

Der mit strichpunktliierter Linie gezeigte Kreis veranschaulicht schematisch die Bewegung der Kurbel 26, wobei als Bezugslage Winkel von 0° bis 360° angegeben sind und angenommen wird, daß die Kurbel 26 in Richtung des gebogenen Pfeiles 29 dreht. Bei der Stellung 0° bzw. 360° erkennt man den oberen Totpunkt (oT); beim Winkel von 180° den unteren Totpunkt (uT). Ferner erkennt man den mit ungefähr 100° bezeichneten Winkelbereich rechts, der eingangs näher erläutert ist.

Der Arbeitskolben 1 wird von einer Kappe 2 umschlossen, deren Unterseite mit einem Distanzring 6 abgeschlossen ist. An diesem Ring 6 sind kleine Dämpfungskolben 9 angebracht, die sich in kleinen Ölzyklindern 9' hin- und herbewegen können. Auch an dem hitzebeständigen Boden der Kappe 2 befindet sich ein kleiner Dämpfungskolben 8, der sich analog in einem kleinen Ölzyklinder 8' bewegen kann. In allen Ölzyklindern 8', 9' befinden sich an deren unteren Enden kleine Austrittsöffnungen 10 für das Öl.

Zur klareren Darstellung dieser Ausführungsform sind die

809886/0406

- 14 -

2734447

Bezugszahlen der Figur 1 in den Figuren 2-5 nicht nochmals eingetragen. Auf diesen Figuren ist die Funktion der ersten Ausführungsform ersichtlich. In den Figuren 1 und 2 ist die obere Totpunktlage des Arbeitskolbens 1 gezeigt. Gemäß Figur 2 hat das Brennstoff/Luftgemisch im Explosionsraum 30 noch nicht gezündet, und daher sind die Druckfedern 4 noch nicht zusammengedrückt, so daß der Abstand zwischen dem Arbeitskolben 1 und dem Boden der Kappe 2 maximal, siehe " m_{\max} ", ist.

Nach erfolgter Explosion und Expansion des Brennstoffluftgemisches wird die Kraft der Federn 4 überwunden, so daß der genannte Abstand minimal wird, siehe " m_{\min} " gemäß Figur 3. Die Kurbel 26 hat sich in Richtung des Pfeiles 29 ein wenig gedreht und gelangt jetzt langsam beim weiteren Abwärtsgang des Arbeitskolbens 1 in den Drehkurbelbereich von etwa 100° . Der Gasdruck im Explosionsraum 30 wird jetzt geringer, und die Federn 4 können sich entspannen, siehe Figur 4. Z. B. ist hier gerade der Abstand " $m_{1/2}$ " gezeigt, wobei der Dreharm maximal ist, weil die Kurbel 26 die 90° Stellung einnimmt. Durch die Expansion der Federn 4 wird ein Gegendruck auf das sich im Explosionsraum 30 expandierende Gas erzeugt, und hierdurch wird das Drehmoment vergrößert. Während der Abwärtsbewegung des Arbeitskolbens 1 entstehende Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte können konstruktiv gegebenenfalls mit einer elektronischen Regelung zweckmäßig ausgenützt werden.

Während des Ansaugetaktes, Kompressionstaktes und Auspufftaktes

809886/0406

- 15 -

2734447

bleibt der Abstand zwischen dem Arbeitskolben 1 und der Kappe 2 am größten, d. h. " m_{\max} ". Dabei ist stets die Spannung der Federn 4 größer als der gegen den Boden der Kappe 2 wirkende Gasdruck.

Um während des Hin- und Herganges der Kappe 2 ein Anschlagen von Metallteilen gegeneinander zu vermeiden, sind hydraulische oder pneumatische Dämpfungskolben in der oben beschriebenen Weise an der Kappe 2 angebracht, die so angeordnet sind, daß die Dämpfung in der Stellung m_{\min} beendet ist.

Das anhand der ersten Ausführungsform der Erfindung und der Figuren 1-5 erläuterte Prinzip kehrt auch bei den anderen Ausführungsformen wieder und kann ebenso im Getriebe- und Kompressorenbau oder anderen mit Kurbeltrieb arbeitenden Maschinen angewendet werden.

Gemäß Figur 6 erkennt man wieder den Arbeitskolben 1, die Kolbenringe 23, den Zylinderkopf 20, den Zylinder 3 und die Kraftübertragungsteile mit Kurbelwelle 27, Kurbel 26 und Pleuellager 25. Die Einrichtung zur elastischen Vergrößerung des Explosionsraumes 30 ist hier aber ein an der Pleulstange 24 angebrachter, teleskopartig arbeitender Federungskörper 32. Dieser besteht aus einer äußeren Büchse 33 und einer längs in dieser verschieblich gelagerten Büchse 34, in denen jeweils eine Feder 4 bzw. 4' angeordnet ist.

809886/0406

- 16 -

2734447

Der Körper 32 kann noch ein Gas oder eine hydraulisch-pneumatische Kombination aufweisen. Wesentlich ist nur die Möglichkeit, daß in dem z. B. als Feder ausgebildeten kompressiblen Medium 4 die in der Figur 6 in der oberen Totpunktlage des Arbeitskolben 1 durch den nicht verbrauchten Explosionsdruck entstehende Energie als potentielle Energie gespeichert werden kann, wobei der Explosionsraum 30 vergrößert wird bzw. der Arbeitskolben 1 ein Stück weit abwärts fährt, maximal um den Abstand " m_{\max} ". Diese gespeicherte Energie wird wiederum in dem 100° Winkelbereich unter Verkleinerung des Explosionsraumes 30 und damit Erhöhung des Gasdruckes abgegeben und damit der vom Motor abgegebenen Arbeit addiert.

Ähnlich verhält es sich bei der dritten Ausführungsform nach den Figuren 7 und 8. Auch hier erkennt man wieder den Arbeitskolben 1, den Zylinder 3, den Zylinderkopf 20, die Pleulstange 24, Kurbel 26 und Kurbelwelle 27. Am Zylinderkopf 20 ist bei dieser Ausführungsform ein Hilfszylinder 35 mit einem darin hin- und herbeweglich angeordneten Expansionskolben 36 angebaut. Nach hinten bzw. in den Figuren 7 und 8 nach oben ist der Expansionskolben 36 verlängert und als Ölkolben 37 ausgeführt, der sich in dem hinten an den Hilfszylinder 35 anschließenden Ölzyylinder 38 hineinbewegen kann.

809886/0406

- 17 -

2734447

Der Expansionskolben 36 wird durch eine oder mehrere Federn 4 während des Ansaugtaktes, Kompressionstaktes und Auspufftaktes ständig in Expansionsstellung gemäß Figur 7 gehalten. Die Feder 4 befindet sich wiederum in teilweise entlastetem, aber dennoch gespanntem Zustand. Die Feder muß nämlich den Kompressionsdruck halten; dem Explosionsdruck kann sie nicht standhalten. Bei der Gasexplosion in der oberen Totpunktlage des Arbeitskolbens 1 wird der Hilfskolben 36 nach oben gestossen, wobei die Feder 4 gespannt und zusammengedrückt wird.

Der Boden des Expansionskolbens 36 erreicht dabei die Stellung m_{\max} und bleibt im wesentlichen in dieser Stellung, bis die Kurbel 26 in den Bereich des Drehwinkels von etwa 100° gelangt. Innerhalb dieses 100° Winkelbereiches läßt der Gasdruck im Explosionsraum 30 langsam nach. Dadurch entspannt sich die Feder 4 und drückt den Expansionskolben 36 gegen den Arbeitskolben 1. Es werden dann also die Stellung $m_{1/2}$ und m_{\min} erreicht, wie man aus den Figuren 7 und 8 erkennt.

Um bei dem durch den Gasdruck auf den Expansionskolben 36 wirkenden Stoß ein Aufeinanderschlagen von Metallteilen zu verhindern, ist mit dem Expansionskolben 36 der vorerwähnte Ölkolben 37 mit Ölzylinder 38 ständig verbunden, damit die Stoßwirkung des Expansionskolbens 36 mittels Hydraulik oder Luft - genau dosiert - gedämpft wird. Das ganze System ist dem kühlenden Öl- und Wasserkreislauf angeschlossen, wie durch die strichpunktierte Linie 39 angedeutet sein soll.

809886/0406

- 18 -

2734447

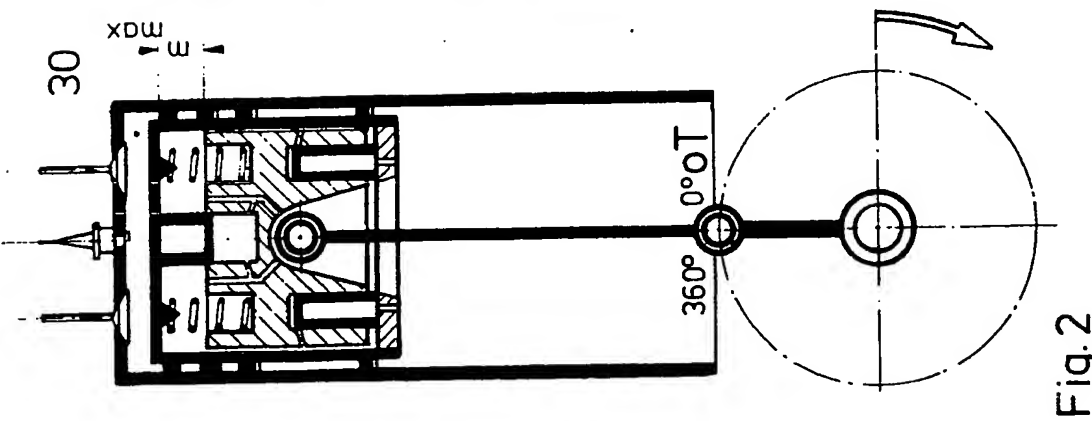
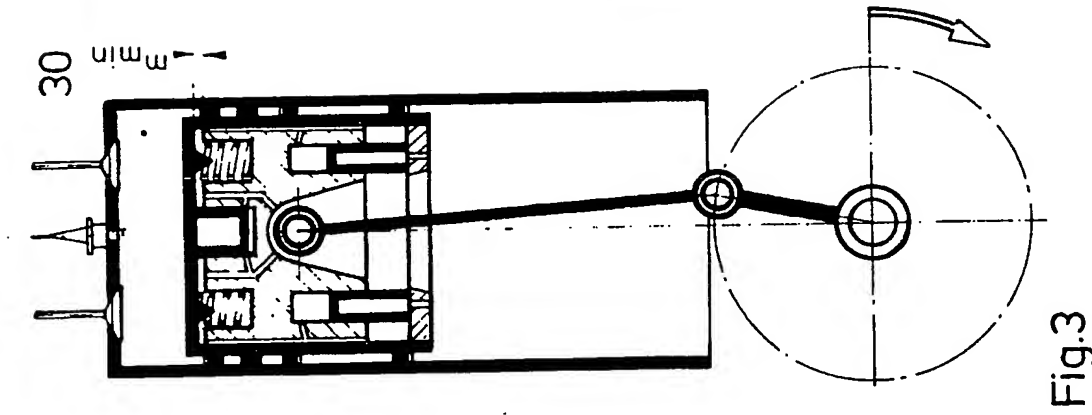
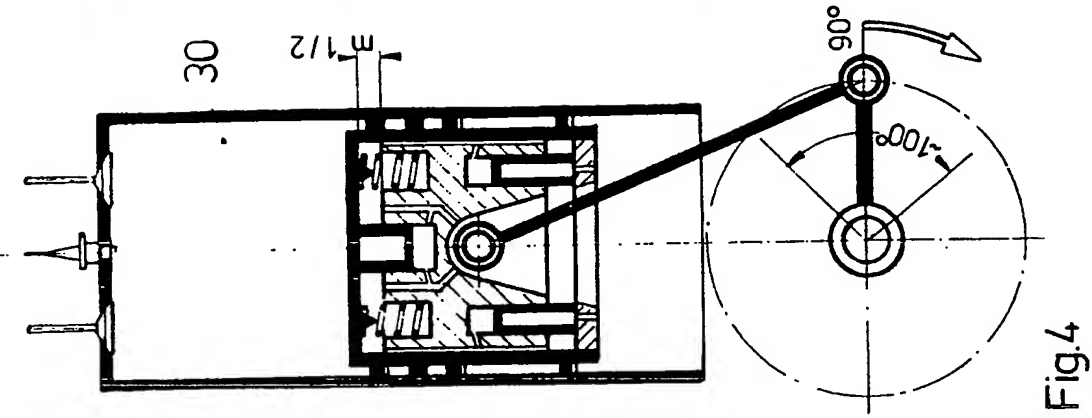
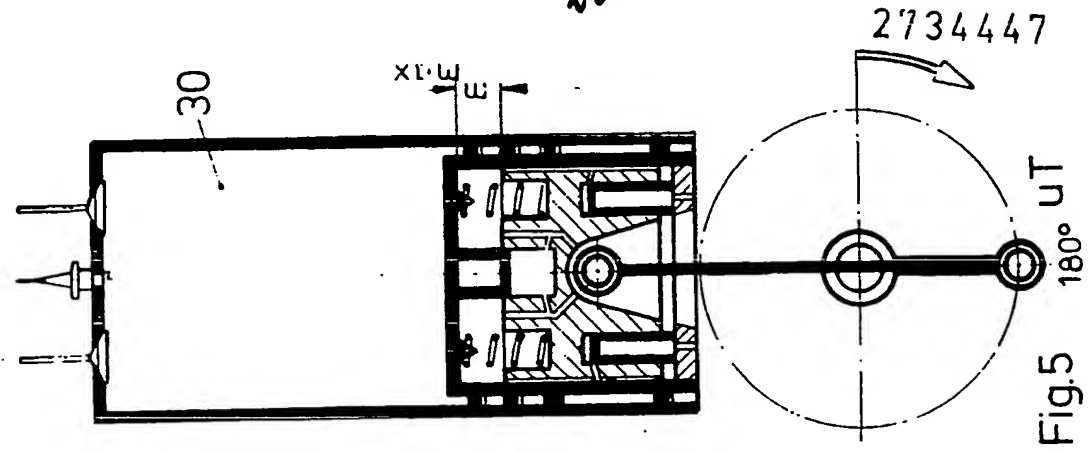
Der hohe Gasdruck wird in der oberen Totpunktlage des Arbeitskolbens 1 zum Teil auf den Expansionskolben 36 übertragen. Dadurch wird die Feder 4 plötzlich gespannt. Der bei den bekannten Maschinen nutzlose Gasdruck wird erfindungsgemäß in nutzbringende Federspannung umgewandelt. Der hohe Gasdruck läßt im wesentlichen bei Beginn des Kurbeldrehbereiches nach 100° nach. Die Feder 4 kann sich daher entspannen und drückt den Expansionskolben 36 in die Richtung des Arbeitskolbens ein. Dadurch wird durch die vorstehend nutzbringende Federspannung bei der Rückbewegung des Expansionskolbens 36 innerhalb des Winkelbereiches von ca. 100° ein zusätzlicher Gasdruck auf den Arbeitskolben 1 erzeugt, der sich auf das Drehmoment innerhalb des Drehbereiches von 100° sehr nutzbringend auswirkt. Das Drehmoment wird hierdurch ganz wesentlich erhöht.

Bei einer in den Zeichnungen nicht näher beschriebenen bzw. gezeigten weiteren vorteilhaften Ausführungsformen der Erfindung können in Ausnehmungen im Arbeitskolben 1 sowohl diesseits wie jenseits vom Explosionsraum 30 Federn 4 oder andere kompressible Medien angebracht sein, die sich im Explosionsraum 30 gegen den Boden der Kappe 2 und auf der gegenüberliegenden Seite gegen den Distanzring 6 abstützen. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß man eine höhere Oszillationsfrequenz der Kappe 2 gegenüber dem Arbeitskolben 1 erreichen kann, weil bei einer Expansion der Federmittel auf der einen Seite eine Kompression derselben auf der anderen Seite gegeben ist.

809886/0406

-19-
Leerseite

-20-

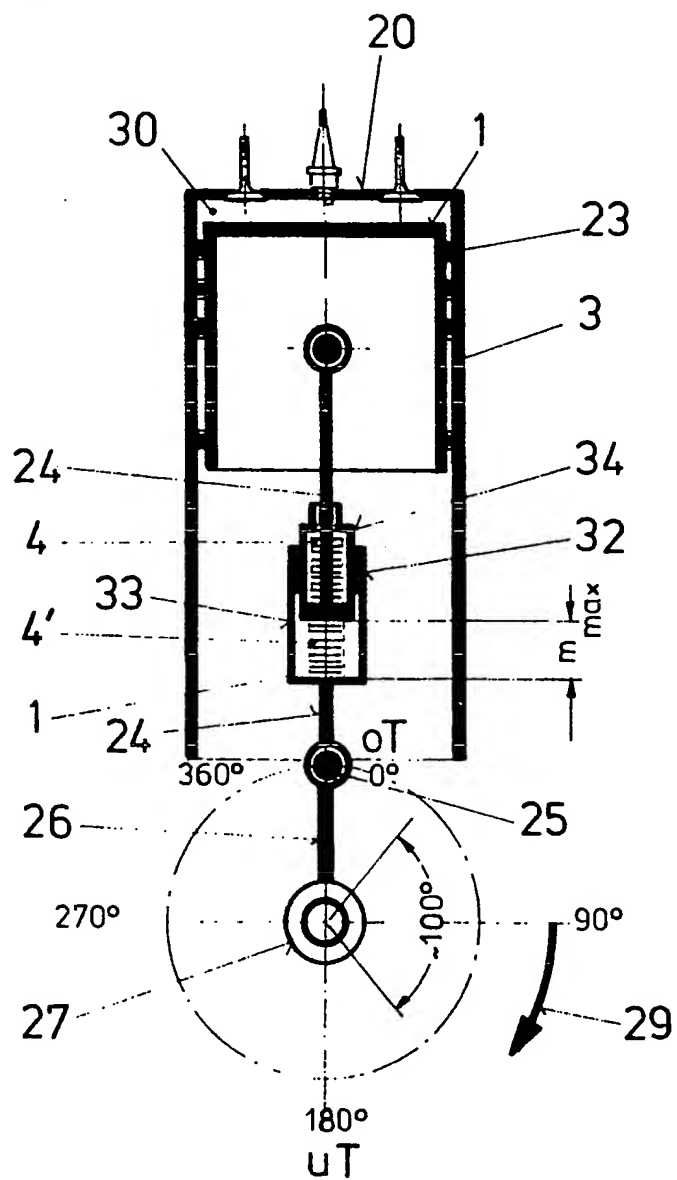


809886/0406

-21-

2734447

Fig. 6



809886/0406

-22-

